

*cited against 19***PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**

(11)Publication number : JP 2003-322643

(43)Date of publication of application : 14.11.2003

(51)Int.Cl.

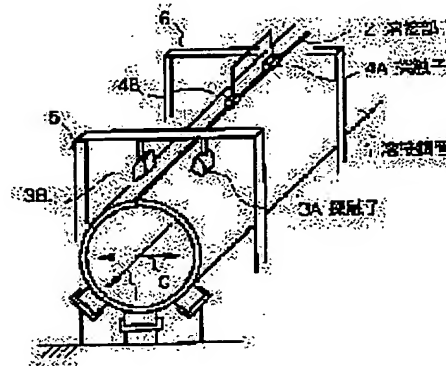
G01N 29/10

(21)Application number : 2002-128115 (71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 30.04.2002 (72)Inventor : OKUBO HIROYUKI  
YAMANO MASAKI**(54) QUALITY INSPECTION METHOD IN WELDED STEEL PIPE WELDED SECTION****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reliably capture only harmful scratches, accurately and rapidly specify photograph the reinspection positions of ultrasonic flaw detection and photograph locations in X-ray photographing, improve production efficiency, reduce costs, or the like, accurately and reliably detect harmful scratches over an entire section of the welded section by less number of ultrasonic probes, reduce facility costs, and reduce adjustment time when the dimensions of a steel pipe are changed in the ultrasonic flaw detection of the welded section of a welded steel pipe.

**SOLUTION:** The welded section 2 of a welded steel pipe 1 is pinched for opposingly installing ultrasonic probes 3, 3. Ultrasonic probes 4, 4 are opposingly installed directly above the welded section 2. When a signal is detected by one of a pair of probes and by both of a pair of probes, the signal is judged to be from a welding shape and it is judged that there are scratches, respectively, and erroneous detection due to welding shape failure is reduced. When scratches are detected, an alarm is outputted, output is made to a recording paper, flaw is detected again, marking in a peripheral direction straddling the welded section is executed, and X-ray photographing is executed. The ultrasonic probe capable of varying the angle of refraction is used, thus reducing facility costs and the like.

**LEGAL STATUS**

## Machine Translation of JP 2003-322643

---

### DETAILED DESCRIPTION

---

#### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is the quality inspection approach of the welded steel pipe weld zone by the ultrasonic crack inspect, and relates to the judgment approach of a flaw that the flaw which is inherent in a welded steel pipe weld zone can be inspected with an efficiently and sufficient precision.

[0002]

[Description of the Prior Art] In weld zones, such as a welded steel pipe, various flaws occur according to a welding process or conditions, and it becomes the cause of the debasement of a weld zone at them. For this reason, nondestructive inspection using an X-ray or a supersonic wave is conducted. An X-ray can detect punctiform flaws, such as a pinhole and a slag inclusion, easily, and there are many inspection track records, and its facility cost is [ its efficiency is low and ] also high. Furthermore, there is also a problem of the safety of having to manage a radiation strictly. On the other hand, an ultrasonic crack inspect is an approach suitable for detecting field-like flaws, such as a crack flaw and lack of fusion, and since X-ray inspection is excelled also from the field of inspection efficiency, facility cost, and safety, it is bearing inspection of the whole weld zone surface except for several 10mm of both the tubing edge.

[0003] For this reason, with the submerged-arc-welding (SAW) steel pipe, after performing an ultrasonic crack inspect, the X-ray inspection only of the part and both the tubing edge which were judged by the supersonic wave to be those with a flaw is carried out, as indicated by the 5.2 UOE steel pipe (pp.95-100) of "the ultrasonic method (volume on steel-founders-society-of-America quality control committee (NDI section)) of a welded steel pipe" (1999 February 22 issue). When a harmful flaw is detected in this ultrasonic crack inspect and X-ray inspection, the flaw section is removed by performing welding repair or cutting. Furthermore, the part which carried out welding repair is rechecked by X-ray inspection or the part with an ultrasonic crack inspect after repair.

[0004] As an example, the outline of the ultrasonic-crack-inspect approach in the production process of a SAW steel pipe is described below. 1.4 UOE steel pipe of the above-mentioned "ultrasonic method of a welded steel pipe" (pp.5-8) The steel plate which is the material by which the ultrasonic inspection was carried out is fabricated in the shape of tubing with U press, O press, etc. as indicated. next, tubing -- comparing -- the section -- tack weld -- it is inside-welded and outside welding is carried out. In this way, as for the manufactured steel pipe, the ultrasonic examination of a weld zone and an X-ray radiographic inspection are carried out as an in-process inspection. Then, while expanding and making a predetermined outer diameter, roundness and a straightness are prepared and the ultrasonic examination of a weld zone and an X-ray radiographic inspection are carried out like an in-process inspection as a final inspection after a hydraulic test. Moreover, rectilinear-propagation delivery by the chain conveyor and hoop direction delivery by the kicker are used for the steel pipe conveyance approach between each process.

[0005] The ultrasonic test equipment used for weld zone inspection of such a SAW steel pipe arranges two or more angle probes the object for steel pipe inside flaws, and for steel pipe external surface flaws (transceiver probe) about each of the flaw (henceforth a lengthwise direction flaw) extended to the shaft orientations of a steel pipe, and the flaw (henceforth, longitudinal direction flaw) extended to the hoop direction of a steel pipe, and it is devised so that it may detect without overlooking various flaws generated in a weld zone (refer to drawing 8).

[0006] Moreover, the approach of carrying out flaw detection is taken, carrying out straight-line conveyance of the steel pipe, monitoring the weld zone of a steel pipe continuously, detecting the gap from right above this steel pipe weld zone, and enabling it to always arrange the above-mentioned probe group from a weld zone to a position as online flaw detection is indicated by JP,51-39555,B. Here, the detection approach of a welding location contacted the detection needle of a contact process on both sides of a weld zone, and has detected the amount of gaps according to the difference of both amount of displacement. However, if a steel pipe is not a perfect circle by this approach, there is a problem that exact detection cannot be performed and, recently, the vortex type or the optical weld zone detector is used.

[0007] In order to avoid overlooking of a flaw in the case of such online flaw detection, the ultrasonic signal which the above-mentioned probe group transmits and receives in each location of a steel pipe longitudinal direction needs to cover all weld zone cross sections. The ultrasonic signal transmitted and received by the ultrasound probe spreads the inside of an ingredient, spreading in the angle of beam

spread specified by the flaw detection frequency, the diameter of vibrator, etc. When the case of the angle probe for lengthwise direction flaws in general K form arrangement is illustrated, it is drawing 9 (a). It becomes like. Here, in two probes of the outside flaw of a steel pipe weld zone, and an inside flaw aim, the ultrasonic signal strength of a weld zone center section becomes weak, and flaw detectivity falls. This inclination becomes remarkable as heavy-gage material. Therefore, it is drawing 9 (b) especially at the time of heavy-gage material. It uses that travelling distance follows on becoming long and an ultrasonic signal is spread so that it may be shown.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The following technical problems occur by the above quality inspection approaches of the conventional welded steel pipe. If sensibility is first set especially as the 1st in the ultrasonic inspection in middle at slight height in order to catch a harmful flaw certainly, the incorrect detection by the defect of shape of a weld zone etc. will occur frequently. For this reason, the count of re-flaw detection increases and productive efficiency falls. On the contrary, although what is necessary is to be unable to catch a harmful flaw certainly but to just be detected by the final inspection, if sensibility is set up lowness, when the worst, the product will be shipped and it becomes a very big problem on quality control of a weld zone.

[0009] Moreover, the serious fault of the judgment approach of the existence of the conventional flaw is described. Although the weld zone of a flaw detection steel pipe is the configuration of abbreviation regularity when it sees by the radial cutting plane of a steel pipe, a configuration may collapse remarkably rarely. Although it will be based also on that configuration if incidence of the supersonic wave is carried out to the weld zone of this defect of shape, it is drawing 5 (a). An echo may reflect and it will incorrect-detect with those with a flaw in this case as if the flaw existed in that location so that it might be shown. Since it had judged with those with a flaw by the conventional flaw detection approach when there was at least one reflective echo of two or more probes, there is very much frequency where a welding defect of shape is incorrect-detected.

[0010] To the 2nd, in two probes of the outside flaw of a steel pipe weld zone, and an inside flaw aim Drawing 9 (a) The ultrasonic beam reinforcement of a weld zone center section becomes weak, and flaw detectivity falls so that it may be shown, and it is drawing 9 (b). So that it may be shown Since the ultrasonic signal strength per unit area falls in proportion to travelling distance serving as size when using that travelling distance follows on becoming long and an ultrasonic signal is spread especially in heavy-gage material, The reflective echo reinforcement from a flaw also falls, and when the worst, there is risk of a flaw echo being buried in a noise signal. Furthermore, when a steel pipe dimension is changed, since there are many probes, and since it is necessary to change a set location, there is a problem that adjustment takes time amount.

[0011] When it is judged [ 3rd ] with those with a flaw with an ultrasonic crack inspect, an inspector does not notice but it may be shipped, without being rechecked.

[0012] The part judged [ 4th ] with the ultrasonic crack inspect to be those with a flaw is rechecked with a manual ultrasonic crack inspect. However, working efficiency is very bad if the location of a flaw is again looked for with manual flaw detection equipment. Therefore, it is necessary to record the flaw generating location correctly and to make it stop according to the inspection location of manual ultrasonic test equipment.

[0013] It is about marking of the location judged by the 5th to be those with a flaw. Marking was conventionally carried out on the outskirts of a weld zone of a steel pipe partially. However, since it conveys rolling a steel pipe from an ultrasonic examination process to an X-ray inspection process, when the weld zone is not always the upper part when an X-ray inspection process is reached and it has become the lower part, discovering marking will take great time amount.

[0014] This invention is what was made that the above technical problems should be solved. The purpose On the occasion of the ultrasonic crack inspect of a welded steel pipe weld zone, only harmful flaws including heavy-gage material can be caught certainly. Moreover, the reexamination location of an ultrasonic crack inspect or the photography part at the time of roentgenography can be pinpointed quickly correctly. While being able to aim at improvement in productive efficiency, reduction of cost, etc., being able to detect a harmful flaw with a sufficient precision certainly over all weld zone cross sections by a number still smaller than before of ultrasound probes and also being able to reduce facility cost It is in offering the quality inspection approach of a welded steel pipe weld zone which can also shorten adjustment time amount when a steel pipe dimension is changed.

[0015]

[Means for Solving the Problem] Claim 1 of this invention is the quality inspection approach of the welded steel pipe weld zone which carries out flaw detection of the weld zone of a welded steel pipe by two or more ultrasound probes, and is characterized by judging with those with a flaw when the reflective signal of the supersonic wave which are two or more ultrasound probes among said

ultrasound probes, and carried out incidence to the weld zone in the approach of inspecting the quality of a weld zone is received.

[0016] This claim 1 by general K form arrangement, X form arrangement, etc. which are shown in the arrangement shown in drawing 1 of an ultrasound probe, or drawing 8 The lengthwise direction flaw extended to the shaft orientations of a welded steel pipe, the longitudinal direction flaw extended to the hoop direction of a welded steel pipe, Or the ultrasound probe by which is the case where flaw detection of the spherical flaw of a pinhole etc. is carried out, and opposite arrangement was carried out, For example, when the ultrasound probe of a pair receives a reflective signal to steel pipe shaft orientations right above [ of a pair / the ultrasound probe or right above / weld zone ] on both sides of a weld zone in a steel pipe hoop direction at 2 coincidence, it judges with those with a flaw. When the ultrasound probe by which opposite arrangement is carried out also has three or more cases and it receives to coincidence or more by three, it may judge with those with a flaw.

[0017] According to this claim 1, it is drawing 5 (a). When an ultrasonic signal is detected only by one ultrasound probe so that it may be shown, it judges with the reflective signal from the configuration of a weld zone, and it is drawing 5 (b). Only when an ultrasonic signal is detected by two or more ultrasound probes so that it may be shown, it can judge with those with a flaw and incorrect detection of a welding defect of shape can be reduced sharply. By reducing incorrect detection, the quality of a weld zone can be raised by productive efficiency's improving, and being able to aim at reduction of cost, and catching a harmful flaw certainly.

[0018] Claim 2 of this invention is the quality inspection approach of the welded steel pipe weld zone characterized by an ultrasound probe using the ultrasound probe which can carry out flaw detection with the angle of refraction from which plurality differs in the quality inspection approach according to claim 1.

[0019] This claim 2 is the case where the angle-of-refraction adjustable ultrasound probe which can carry out flaw detection with the angle of refraction from which the plurality other than the ultrasound probe of an ordinary type differs is used. After two or more ultrasonic vibrators are arranged on a convex surface, excite a certain trembler groups of a fixed number of to coincidence among this ultrasonic vibrator group and transmit and receive an ultrasonic beam by that trembler group, the array-type (trembler group) ultrasound probe which consisted of changing this trembler group one by one at the predetermined spacing, and scanning it so that whenever [ incident angle / of an ultrasonic beam ] might be changed can be used for a this angle-of-refraction adjustable ultrasound probe. Moreover, on the rust which usually goes away, two or more ultrasonic vibrators with which whenever [ incident angle / of not only this but an ultrasonic beam ] differ can be arranged, and can also be constituted. In this invention, only the ultrasound probe of an ordinary type may be used, only an angle-of-refraction adjustable ultrasound probe may be used, and you may use combining both. Moreover, the ultrasound probe of the ordinary type arranged in right above [ weld zone ] can also be used for detection of a longitudinal direction flaw.

[0020] According to this claim 2, since theta is [ whenever / angle-of-refraction / of an ultrasonic beam ] changeable by changing the selection ultrasonic vibrator of the set-up predetermined number one by one as shown in drawing 3, an array-type ultrasound probe becomes possible [ detecting certainly the inside of an inspected material weld zone, external surface, a lengthwise direction flaw, a longitudinal direction flaw of a mid gear, etc. by one ultrasound probe ], for example. Moreover, by transmitting and receiving an ultrasonic beam from right above a weld zone to a weld zone longitudinal direction, when the ultrasound probe of an ordinary type is arranged in right above [ weld zone ], as shown in drawing 4, it becomes possible to detect certainly the inside of an inspected material weld zone, external surface, and the longitudinal direction flaw of a mid gear by one ultrasound probe.

Conventionally, to being needed for the both sides of a weld zone a total of the object for steel pipe external surface flaws, and for [ eight ] steel pipe inside flaws in the ultrasound probe the object for lengthwise direction flaw detection, and for longitudinal direction flaw detection, in said example of this invention, a total of four ultrasound probes the object for lengthwise direction flaw detection and for longitudinal direction flaw detection are sufficient, the number of ultrasound probes can be lessened, facility cost can be reduced, and setting time can be shortened. Furthermore, since there are few ultrasound probes, and since the ultrasonic beam of whenever [ angle-of-refraction / of arbitration ] can be easily obtained when it is an angle-of-refraction adjustable ultrasound probe, even if a steel pipe dimension is changed, it can respond in a short time very easily.

[0021] Moreover, by using for an array-type ultrasound probe the ultrasound probe which operates a certain vibrator groups of a fixed number of of the ultrasonic vibrator groups arranged on the convex surface of an abbreviation sector wedge on a sequential selection target, the ultrasonic beam of whenever [ angle-of-refraction / of arbitration ] can be obtained easily, and the flaw of all weld zone cross sections can be certainly detected with a sufficient precision. Moreover, by using an abbreviation

sector wedge, area of the ultrasonic passage section can be made small, and the sensibility fall by the curved-surface configuration of a test surface can be made small, and a local submersion holder dimension can be made small.

[0022] Moreover, if two or more ultrasound probes are arranged on both sides of a weld zone, and if it arranges right above [ weld zone / two or more ], the flaw of all weld zone cross sections can be detected more certainly.

[0023] Furthermore, by shifting and arranging the ultrasound probe of a Uichi Hidari pair of the direction of a right angle in a weld zone longitudinal direction on both sides of a weld zone, shifting more than the dimension of this ultrasound probe, and arranging preferably, it cannot interfere, even if it transmits a supersonic wave to coincidence, and the transmitting repeat rate of the supersonic wave per piece can be gathered, and the welded steel pipe conveyed at high speed also enables it to detect certainly the lengthwise direction flaw of all weld zone cross sections.

[0024] Claim 3 of this invention is the quality inspection approach of the welded steel pipe weld zone characterized by judging with those with a flaw, when the reflective signal of the supersonic wave which used the ultrasound probe which carries out flaw detection of the weld zone of a welded steel pipe by two or more ultrasound probes, and can carry out flaw detection in the approach of inspecting the quality of a weld zone, with the angle of refraction from which plurality differs, and carried out incidence with two or more angle of refraction is received.

[0025] This claim 3 is the case where the angle-of-refraction adjustable ultrasound probe which can carry out flaw detection with the angle of refraction from which plurality differs is used, and when angle of refraction is changed, flaw detection is performed and the reflective signal of a supersonic wave is detected with two or more angle of refraction, it judges with those with a flaw. According to this claim 3, a harmful flaw can be detected by one ultrasound probe, without incorrect-detecting a welding defect of shape.

[0026] In the approach of claim 4 of this invention carrying out flaw detection of the weld zone of a welded steel pipe by two or more ultrasound probes, and inspecting the quality of a weld zone, the direction which transmits and receives a supersonic wave from an ultrasound probe The direction which had a predetermined include angle to the direction of a right angle, and the welded steel pipe longitudinal direction to the welded steel pipe longitudinal direction, It is a 2-way of the directions in alignment with the welded steel pipe longitudinal direction in right above a weld zone at least, and when the reflective signal of a supersonic wave is received by two or more ultrasound probes in each of this direction, it is the quality inspection approach of the welded steel pipe weld zone characterized by judging with those with a flaw.

[0027] This claim 4 is the case where it enables it to detect all the spherical flaws of a lengthwise direction flaw, a longitudinal direction flaw, a pinhole, etc. by transmitting and receiving a supersonic wave from a 2-way at least like general K form arrangement and X form arrangement which are shown in the arrangement shown in drawing 1 of an ultrasound probe, or drawing 8 . In each direction, when the ultrasound probe of a pair receives a reflective signal to 2 coincidence, it judges with those with a flaw. According to this claim 4, it can detect certainly, without incorrect-detecting all the spherical flaws of the lengthwise direction flaw of a weld zone, a longitudinal direction flaw, a pinhole, etc.

[0028] Claim 5 of this invention is the quality inspection approach of the welded steel pipe weld zone characterized by carrying out flaw detection of the weld zone of a welded steel pipe by two or more ultrasound probes, teaching that the flaw was detected by the inspector with the alarm when a signal was detected by each ultrasound probe in the approach of inspecting the quality of a weld zone, stopping the detection location in a re-flaw detection location, and checking a flaw by reexamination.

[0029] This claim 5 is drawing 6 (a), when a signal is detected by each ultrasound probe. It is the case where tell an inspector by alarms (a buzzer, lamp, etc.), and an inspector operates a steel pipe conveyance control unit, and stops that detection location in a re-flaw detection location, and it rechecks with manual examination equipment etc. so that it may be shown. According to this claim 4, when judged with those with a flaw, an inspector can abolish the situation where do not notice but it is shipped, without being rechecked.

[0030] Claim 6 of this invention is the quality inspection approach of the welded steel pipe weld zone characterized by carrying out flaw detection of the weld zone of a welded steel pipe by two or more ultrasound probes, being making the result of having detected the signal by each ultrasound probe output to a recorder chart in the approach of inspecting the quality of a weld zone, teaching that the flaw was detected by the inspector, stopping the detection location in a re-flaw detection location, and checking a flaw by reexamination.

[0031] This claim 6 is the case where enable it to check whether the signal has been detected by two or more ultrasound probes, grasp a flaw generating location correctly further, and an inspector enables it to make it stop correctly in a re-flaw detection location by making a detection result output to a

recorder chart between a detection location and a re-flaw detection location. According to this claim 6, the time and effort of looking for a re-flaw detection location can be saved, and working efficiency can be raised.

[0032] In addition, if a signal is detected not only by above-mentioned claims 5 or 6 but by two or more ultrasound probes, it can judge with those with a flaw automatically, the tracking of the detection location can be carried out, and it can also be made to stop automatically in this invention in a re-flaw detection location.

[0033] Claim 7 of this invention is the quality inspection approach of the welded steel pipe weld zone characterized by carrying out flaw detection of the weld zone of a welded steel pipe by two or more ultrasound probes, performing marking to a flaw detection location when the flaw of a weld zone is detected in the approach of inspecting the quality of a weld zone, and rechecking this marking location.

[0034] This claim 7 is the case where roentgenography of the marking is performed and carried out, when the signal more than predetermined level is detected in an above re-flaw detection location in the location in a weld zone. According to this claim 7, reexamination parts, such as a roentgenography part, can be easily discovered quickly by performing marking.

[0035] Claim 8 of this invention is the quality inspection approach of the welded steel pipe weld zone characterized by carrying out marking to a line in a steel pipe hoop direction ranging over a weld zone in the quality inspection approach according to claim 7.

[0036] In this claim 8, it is desirable to carry out marking to a line for 1/4 yen or more ranging over a weld zone. While a steel pipe rolls from an ultrasonic examination process to an X-ray inspection process, even when it is conveyed according to this claim 8, even if it sees from which direction by carrying out marking long enough ranging over a weld zone, reexamination parts, such as a roentgenography part, can be pinpointed easily and working efficiency can be raised.

[0037]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, it explains to a detail based on 1 operation gestalt illustrating this invention. This operation gestalt is the example which applied this invention to the ultrasonic crack inspect of the weld zone of straight seam major-diameter welded steel pipes, such as a UOE steel pipe. Drawing 1 and drawing 2 show one example of the ultrasonic test equipment used by this invention. Drawing 3 shows one example of the ultrasound probe for lengthwise direction flaw detection used by this invention, and drawing 4 shows one example of the ultrasound probe for longitudinal direction flaw detection used by this invention.

[0038] In drawing 1 and the operation gestalt of drawing 2 ultrasonic test equipment It is installed mainly on the steel pipe external surface in the side of the weld zone 2 of a welded steel pipe 1. The array-type (vibrator group) ultrasound probe 3 which transmits and receives a supersonic wave in the direction C of a right angle of the longitudinal direction L of a weld zone 2, and detects the lengthwise direction flaw of a weld zone 2 (transceiver type angle probe), It is installed in right above [ of a weld zone 2 ], and consists of ordinary type ultrasound probes (transceiver type angle probe) 4 which transmit and receive a supersonic wave to the longitudinal direction L of a weld zone 2, and detect the longitudinal direction flaw of a weld zone 2.

[0039] Termination of inside welding, outside welding, etc. carries out straight-line conveyance of the welded steel pipe 1 with a roller etc. On such conveyance Rhine, the gate type stands 5 and 6 are set in the conveyance direction, and predetermined spacing is installed, it attaches so that the up beam of the gate type stand 5 may be countered on both sides of a weld zone 2 in the array-type ultrasound probe 3, the ordinary type ultrasound probe 4 is set on the up beam of the gate type stand 6, and spacing is set to the longitudinal direction of a weld zone 2, and it attaches so that it may counter.

[0040] As the array-type ultrasound probe 3 for lengthwise direction flaw (vertical crack) detection is shown in drawing 3, it consists of ultrasonic vibrator groups 11 which consist of a wedge 10 of abbreviation sectors, such as the shape of a semicircle, and an ultrasonic vibrator 12 of a large number arranged on the radii top face of this sector wedge 10 by side view, a supersonic wave is sent from each ultrasonic vibrator 12, incidence of the supersonic wave is carried out to inspected material through the sector wedge 10, and a reflected wave is received. An ultrasonic vibrator 12 is a trembler of the shape of a rod long to a weld zone longitudinal direction, and piezoelectric transducers, such as niobic acid lead system porcelain, lead titanate system porcelain, and lithium-niobate system porcelain, are used. The sector wedge 10 is the cylinder of the abbreviation cross section for 1/4 yen long to a weld zone longitudinal direction, and acrylic resin, polystyrene resin, etc. are used.

[0041] In such an array-type ultrasound probe 3, after exciting the ultrasonic vibrator group of a certain fixed numbers (k pieces) to coincidence among n ultrasonic vibrator groups 11 and transmitting and receiving a supersonic wave by that vibrator group, theta is [ whenever / angle-of-refraction / of a directive ultrasonic beam / (whenever / incident angle / ) ] changeable into arbitration by changing this vibrator group one by one at the predetermined spacing, and scanning it. It enables this to detect the

lengthwise direction flaw 8 generated in the inside of the weld zone 2 of inspected material, external surface, and a mid gear by one probe. Moreover, by using the sector wedge 10, area of the ultrasonic passage section can be made small, and the sensibility fall by the curved-surface configuration of a test surface becomes small, and a local submersion holder dimension can be made small.

[0042] This array-type ultrasound probe 3 enables it to perform more positive flaw detection as usual by arranging by the Uichi Hidari pair on both sides of a weld zone 2, as shown in drawing 1. In this case, as shown in drawing 2, even if it shifts more than the dimension of an ultrasonic vibrator 12 to the longitudinal direction of a weld zone 2, and it arranges the array-type ultrasound probes 3A and 3B of a right-and-left pair to it and they transmit a supersonic wave to coincidence, he is trying not to interfere in them.

[0043] As the ordinary type ultrasound probe 4 for longitudinal direction flaw (transversal crack) detection is shown in drawing 4, it is the probe which consists of a wedge 20 of an abbreviation rectangular parallelepiped configuration, and a circular ultrasonic vibrator 21 and which is generally used, and incidence of the supersonic wave sent from the ultrasonic vibrator 21 is carried out to inspected material through a wedge 20, and a reflected wave is received. Like [ this ordinary type ultrasound probe 4 ] an array type, piezoelectric transducers, such as niobic acid lead system porcelain, lead titanate system porcelain, and lithium-niobate system porcelain, are used for an ultrasonic vibrator 21, and acrylic resin, polystyrene resin, etc. are used for a wedge 20.

[0044] By carrying out incidence of the supersonic wave from right above [ of a weld zone 2 ] using such an ordinary type ultrasound probe 4, it becomes possible to detect the longitudinal direction flaw 9 generated in the inside of the weld zone 2 of inspected material, external surface, and a mid gear by one probe. In addition, two-piece opposite installation is carried out and it enables it to perform more positive flaw detection to the longitudinal direction of a weld zone 2 also in this case.

[0045] As shown in drawing 2, \*\*\*\*\* connection of each pulsar receiver 31 of the pulsar receiver group 30 is made, and an adder 32, amplifier 33, and the flaw evaluation machine 34 are connected to each ultrasonic vibrator 12 of the array-type ultrasound probe 3 for lengthwise direction flaw detection in order at this pulsar receiver group 30.

[0046] The ultrasonic vibrator group which makes one group the ultrasonic vibrator 12 of the predetermined number (k pieces) beforehand set up by the controller whenever [ angle-of-refraction / which is not illustrated ] is chosen, and an ultrasonic signal is transmitted to inspected material through the sector wedge 10 by impressing a transmitted electrical potential difference with the pulsar receiver 31 corresponding to these.

[0047] On the other hand, reception of a flaw echo etc. is performed by the following procedures. After the signal received by each ultrasonic vibrator 12 is inputted into the pulsar receiver group 30, it is added with an adder 32. Next, comparing with the threshold beforehand decided in the flaw evaluation machine 34 estimates the existence of a flaw after magnification predetermined with amplifier 33.

[0048] By carrying out the sequential change scan of the selection ultrasonic vibrator group (k pieces) which contributes to ultrasonic signal formation at intervals of predetermined, an ultrasonic signal is deflected and the flaw detection of all the cross sections of a weld zone 2 becomes possible. Although the example shown in drawing 3 shows signs that flaw detection of the steel pipe inside side is carried out with 0.5 skips, and signs that flaw detection of the steel pipe external surface side (probe installation side) is carried out with 1.0 skips, it is also possible to change an exposure location (whenever [ angle-of-refraction / theta ]) in the steel pipe thick direction multistage if needed, and to carry out flaw detection of all the weld zone cross sections. For example, a thick center section (0.75 skip aim) is added to an inside-and-outside side aim.

[0049] As a supersonic wave is transmitted and received with a pulsar receiver and vibrator and it is shown in drawing 2, after magnification predetermined with amplifier 41, the ordinary type ultrasound probe 4 for longitudinal direction flaw detection is comparing with the threshold beforehand decided in the flaw evaluation machine 42, and evaluates the existence of a flaw.

[0050] In the ultrasonic test equipment of the above configurations, it sets to this invention. For example, as shown in drawing 5, when an ultrasonic signal is detected only by one array-type ultrasound probe 3B It judges with the reflective signal from the configuration of a weld zone 2 ( drawing 5 (a) and drawing 6 (b)). Only when it detects by two ultrasound probes 3A and 3B, it judges with those with a flaw (those with a lengthwise direction flaw) ( drawing 5 (b) and drawing 6 (b)). . As shown in drawing 6, the same is said of the case of the ordinary type ultrasound probe 4, and only when it detects by both ultrasound probes 4A and 4B, it judges with those with a flaw (those with a longitudinal direction flaw). Moreover, what is necessary is just to also judge spherical flaws, such as a pinhole, to be those with a flaw (those with a spherical flaw), as shown in drawing 6 when two ultrasound probes 3A and 3B detect, or when two ultrasound probes 4A and 4B detect. Thereby, it becomes possible to decrease sharply the incorrect detection by the defect of shape of a weld zone 2.



[0051] In addition, the above, although the direction which transmits and receives a supersonic wave from a probe illustrated the case of a welded steel pipe longitudinal direction as the direction of a right angle from right above [ weld zone ] to the welded steel pipe longitudinal direction, the direction which had a predetermined include angle to the welded steel pipe longitudinal direction is sufficient as it. It is certainly [ without incorrect detection of the arrangement shown in drawing 1 , general K form arrangement, X form arrangement shown in drawing 8 , etc. (lengthwise direction) flaws, longitudinal direction flaws, and all the spherical flaws ] detectable by arranging an ultrasound probe so that flaw detection can be carried out from a 2-way at least among these 3 directions. Moreover, the array-type ultrasound probe 3 or the ordinary type ultrasound probe 4 is sufficient as the ultrasound probe of three directions. What is necessary is just to be able to carry out flaw detection of the angle-of-refraction adjustable ultrasound probe not only with an array-type ultrasound probe but with the angle of refraction from which plurality differs. In addition, although what kind of combination is sufficient as whenever [ over the weld line in plane view / incident angle ], 60-90 degrees is preferably desirable 45-90 degrees.

[0052] In addition, when the array-type ultrasound probe 3 is used and the reflective signal of the supersonic wave which carried out incidence with two or more angle of refraction is received, it can also judge with those with a flaw. A harmful flaw can be detected without incorrect-detecting a welding defect of shape by one ultrasound probe by judging with those with a flaw, when angle of refraction is changed, flaw detection is performed and the reflective signal of a supersonic wave is detected with two or more angle of refraction.

[0053] Next, in this invention, as shown in drawing 2 , the alarm-output section 50, the recorder output section 51, the steel pipe conveyance control unit 52, and the steel pipe tachography section 53 are provided. If a signal is detected by each ultrasound probes 3A, 3B, 4A, and 4B, as shown in drawing 6 , alarm appearance power point (lamp, buzzer, etc.) 50a of the location corresponding to each ultrasound probe of the alarm-output section 50 will output an alarm to real time. Even when the inspector is doing parallel operation of another activity by this, serious mistake of overlooking generating of a flaw and conveying a welded steel pipe at degree process can be prevented.

[0054] Then, drawing 6 (a) A recorder output is carried out by recorder chart opening origin/datum 51a of the shown recorder output section 51, and it is drawing 6 (b). With the shown recorder chart, two or more things for which an ultrasound probe could not be carried out but the signal was detected are checked. Furthermore, drawing 6 (a) A welded steel pipe is stopped by the steel pipe conveyance control unit 52 in the re-flaw detection location 54, it rechecks with manual ultrasonic test equipment etc. in this re-flaw detection location 54, and a flaw is checked. An inspector does a recorder output in response to an alarm, an inspector may look at a recorder chart, and may stop a welded steel pipe, the bearer rate of a welded steel pipe may be measured in the steel pipe tachography section 53, the tracking of the flaw location may be carried out, and a recorder output and a halt of a welded steel pipe may be performed automatically.

[0055] Next, when the signal more than predetermined level is detected by the above-mentioned manual ultrasonic crack inspect in the location in a weld zone, it is judged with the object for roentgenography, but by carrying out marking of the marking at this time ranging over a weld zone, even if it sees a welded steel pipe from which, a roentgenography part can be discovered easily. One example of the marking 60 is shown in drawing 7 . If marking of the 1/4 yen or more is carried out to a line at least ranging over a weld zone 2, while a welded steel pipe rolls from an ultrasonic-crack-inspect process to an X-ray inspection process, even if it is conveyed, a roentgenography part can be easily pinpointed from every direction of a welded steel pipe.

[0056]

[Example] The ultrasound probe ( drawing 3 , drawing 4 ) and ultrasonic test equipment ( drawing 2 ) which are shown below were used. The array-type ultrasound probe for lengthwise direction flaw detection arranges 32 ultrasonic vibrators (die-length [ of 1mm ] x width of face of 10mm) on the convex surface of the sector wedge made of acrylic resin (1/4 of a cylinder, curvature [ of 50mm ] x width of face of 15mm), a top-most-vertices side is the 1st CH, and a 90-degree side is the 32nd CH. The pulsar receiver group is connected to each ultrasonic vibrator. The vibrator group (16 pieces) which makes one group the vibrator of the predetermined number beforehand set up by the controller whenever [ angle-of-refraction ] is chosen, and an ultrasonic beam is transmitted into an ingredient through a sector wedge by impressing a transmitted electrical potential difference by the pulsar group. The ultrasonic vibrator with a diameter of 10mm was used for the usual form ultrasound probe for longitudinal direction flaw detection. Comparing with the threshold which transmitted the ultrasonic beam and was beforehand decided with the flaw evaluation vessel after predetermined magnification from the pulsar receiver estimated the existence of a signal.

[0057] When the judgment and reexamination of a flaw by this invention were carried out with the



above-mentioned ultrasonic test equipment, the result of Table 1 was obtained. Compared with the conventional approach, this invention can reduce a fault detection ratio, can reduce roentgenography part discovery time amount and dimension modification adjustment time amount, and can reduce facility cost so that clearly from this table 1. It turns out that this invention is a very useful approach as the quality inspection approach of a welded steel pipe weld zone.

[0058]

[Table 1]

[0059] In addition, although the above explained the straight seam major-diameter welded steel pipe, it cannot be overemphasized that this invention is applicable not only to this but the flaw detection of the weld zone of other welded steel pipes.

[0060]

[Effect of the Invention] (1) Since it judges with those with a flaw only when an ultrasonic signal is detected only by one ultrasound probe among two or more ultrasound probes, it judges with the reflective signal from the configuration of a weld zone and an ultrasonic signal is detected by two or more ultrasound probes, incorrect detection of a welding defect of shape can be reduced sharply. By reducing incorrect detection, the quality of a weld zone can be raised by productive efficiency's improving, and being able to aim at reduction of cost, and catching a harmful flaw certainly.

[0061] (2) If the ultrasound probe of the ordinary type which could detect certainly the inside of a weld zone, external surface, a lengthwise direction flaw, a longitudinal direction flaw of a mid gear, etc. by one ultrasound probe, and will have been arranged right above a weld zone if angle-of-refraction adjustable ultrasound probes, such as an array type, were used is used, the inside of a weld zone, external surface, and the longitudinal direction flaw of a mid gear can be certainly detected by one ultrasound probe, and the number of ultrasound probes can be made fewer than before. Thereby, facility cost can be reduced and setting time can be shortened. Furthermore, since there are few ultrasound probes, and since the ultrasonic beam of whenever [ angle-of-refraction / of arbitration ] can be easily obtained in an angle-of-refraction adjustable ultrasound probe, even if a steel pipe dimension is changed, it can respond in a short time easily extremely, and a flaw detection activity can be done quickly.

[0062] (3) a certain vibrator groups of a fixed number of of the ultrasonic vibrator groups arranged on the convex surface of a sector wedge -- sequential -- by using the array-type ultrasound probe operated alternatively, the ultrasonic beam of whenever [ angle-of-refraction / of arbitration ] can be obtained easily, and the flaw of all weld zone cross sections can be certainly detected with a sufficient precision.

[0063] (4) By using a sector wedge for an array-type ultrasound probe, area of the ultrasonic passage section can be made small, and the sensibility fall by the curved-surface configuration of a test surface can be made small, and a local submersion holder dimension can be made small.

[0064] (5) By arranging the array-type ultrasound probe for lengthwise direction flaw detection, and two or more ultrasound probes for longitudinal direction flaw detection, the flaw of all weld zone cross sections can be detected more certainly.

[0065] (6) By shifting and arranging the ultrasound probe of a Uichi Hidari pair of the direction of a right angle in a weld zone longitudinal direction on both sides of a weld zone, shifting more than the dimension of this ultrasound probe, and arranging preferably, it cannot interfere, even if it transmits a supersonic wave to coincidence, and the transmitting repeat rate of the supersonic wave per piece can be gathered, and the welded steel pipe conveyed at high speed also enables it to detect certainly the lengthwise direction flaw of all weld zone cross sections.

[0066] (7) A harmful flaw can be detected, without incorrect-detecting a welding defect of shape by one ultrasound probe by judging with those with a flaw, when angle of refraction is changed, flaw detection is performed using the angle-of-refraction adjustable ultrasound probe which can carry out flaw detection with the angle of refraction from which plurality differs and the reflective signal of a supersonic wave is detected with two or more angle of refraction.

[0067] (8) It can detect certainly by [ of the directions which meet the direction of a right angle, the direction which had a predetermined include angle to the welded steel pipe longitudinal direction, and

the welded steel pipe longitudinal direction in right above a weld zone to a welded steel pipe longitudinal direction in the direction which transmits and receives a supersonic wave from an ultrasound probe ] considering as a 2-way at least, without incorrect-detecting all the spherical flaws of a lengthwise direction flaw, a longitudinal direction flaw, a pinhole, etc.

[0068] (9) By teaching that the flaw was detected by the inspector with the alarm, stopping the detection location in a re-flaw detection location, and checking a flaw by reexamination, when a signal is detected by each ultrasound probe, when judged with those with a flaw, an inspector can abolish the situation where do not notice but it is shipped, without being rechecked.

[0069] (10) By making the result of having detected the signal by each ultrasound probe output to a recorder chart, by teaching that the flaw was detected by the inspector, stopping the detection location in a re-flaw detection location, and checking a flaw by reexamination, the time and effort of looking for a re-flaw detection location can be saved, and working efficiency can be raised.

[0070] (11) When the flaw of a weld zone is detected, reexamination parts, such as a roentgenography part, can be easily discovered quickly by performing marking to a flaw detection location and rechecking this marking location.

[0071] (12) While a steel pipe rolls from an ultrasonic examination process to an X-ray inspection process by carrying out marking to a line in a steel pipe hoop direction ranging over a weld zone, even when it is conveyed, even if it sees from which direction, reexamination parts, such as a roentgenography part, can be pinpointed easily and working efficiency can be raised.

---

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-322643

(P2003-322643A)

(43) 公開日 平成15年11月14日 (2003. 11. 14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 1 N 29/10

識別記号

5 0 5

5 0 2

F I

G 0 1 N 29/10

ターミナル (参考)

5 0 5

2 G 0 4 7

5 0 2

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2002-128115(P2002-128115)

(22) 出願日 平成14年4月30日 (2002. 4. 30)

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 大久保 寛之

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

(72) 発明者 山野 正樹

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

(74) 代理人 100070091

弁理士 久門 知 (外1名)

Fターム (参考) 2G047 AA07 AB01 AB07 AD11 BB02

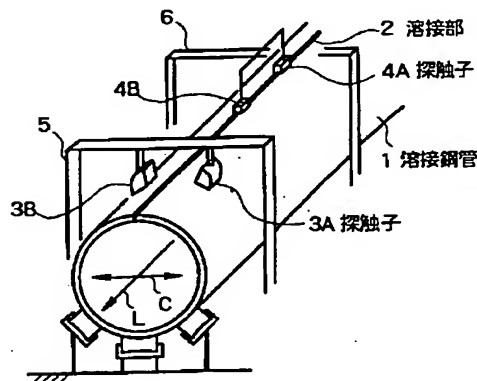
BC07 EA10 GA13 GH01

(54) 【発明の名称】 溶接鋼管溶接部の品質検査方法

(57) 【要約】

【課題】 溶接鋼管溶接部の超音波探傷に際し、有害きずのみを確実に捕捉でき、超音波探傷の再検査位置やX線撮影時の撮影箇所を正確に迅速に特定でき、生産効率の向上、コストの低減等を図り、少ない数の超音波探触子で有害きずを溶接部全断面にわたって精度良く確実に検出し、設備コストの低減も図り、鋼管寸法が変更された時の調整時間も短縮できるようにする。

【解決手段】 溶接鋼管1の溶接部2を挟んで超音波探触子3、3を対向設置し、溶接部2の直上に超音波探触子4、4を対向設置し、一対の探触子のうち1つで信号を検出した場合は溶接形状からの反射信号と判定し、2つで検出した時のみ、きず有りとして判定し、溶接形状不良による誤検出を低減する。きずを検出すると、警報を出力し、記録紙に出力し、再探傷を実施し、溶接部を跨ぐ周方向マーキングを施し、X線撮影を実施する。超音波探触子は、屈折角可変のものを使用し、設備コストの低減等を図る。



(2)

特開 2003-322643

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 溶接鋼管の溶接部を複数の超音波探触子で探傷し、溶接部の品質を検査する方法において、前記超音波探触子のうち 2 つ以上の超音波探触子で、溶接部に入射した超音波の反射信号を受信した時に、きず有りと判定することを特徴とする溶接鋼管溶接部の品質検査方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の品質検査方法において、超音波探触子は、複数の異なる屈折角で探傷し得る超音波探触子を使用することを特徴とする溶接鋼管溶接部の品質検査方法。

【請求項 3】 溶接鋼管の溶接部を複数の超音波探触子で探傷し、溶接部の品質を検査する方法において、複数の異なる屈折角で探傷し得る超音波探触子を使用し、2 つ以上の屈折角で入射した超音波の反射信号を受信した時に、きず有りと判定することを特徴とする溶接鋼管溶接部の品質検査方法。

【請求項 4】 溶接鋼管の溶接部を複数の超音波探触子で探傷し、溶接部の品質を検査する方法において、超音波探触子から超音波を送受信する方向は、溶接鋼管長手方向に対して直角方向、溶接鋼管長手方向に対して所定の角度をもった方向、溶接部の真上における溶接鋼管長手方向に沿う方向のうちの少なくとも 2 方向であり、この各方向において 2 つ以上の超音波探触子で超音波の反射信号を受信した時に、きず有りと判定することを特徴とする溶接鋼管溶接部の品質検査方法。

【請求項 5】 溶接鋼管の溶接部を複数の超音波探触子で探傷し、溶接部の品質を検査する方法において、各超音波探触子で信号を検知した時、警報により検査員にきずが検出されたことを教示し、その検出位置を再探傷位置で停止させ、再検査によりきずを確認することを特徴とする溶接鋼管溶接部の品質検査方法。

【請求項 6】 溶接鋼管の溶接部を複数の超音波探触子で探傷し、溶接部の品質を検査する方法において、各超音波探触子で信号を検知した結果をレコーダチャートに出力させることで、検査員にきずが検出されたことを教示し、その検出位置を再探傷位置で停止させ、再検査によりきずを確認することを特徴とする溶接鋼管溶接部の品質検査方法。

【請求項 7】 溶接鋼管の溶接部を複数の超音波探触子で探傷し、溶接部の品質を検査する方法において、溶接部のきずを検知した時、きず検出位置にマーキングを施し、このマーキング位置を再検査することを特徴とする溶接鋼管溶接部の品質検査方法。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の品質検査方法において、鋼管周方向に溶接部を跨いで線状にマーキングすることを特徴とする溶接鋼管溶接部の品質検査方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波探傷による

2

溶接鋼管溶接部の品質検査方法であり、溶接鋼管溶接部に内在するきずを効率良くかつ精度良く検査できるきずの判定方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】溶接鋼管などの溶接部には、溶接方法や条件により様々なきずが発生し、溶接部の品質低下の原因となる。このため、X線や超音波を用いた非破壊検査が行われている。X線は、ピンホールやスラグ巻き込みなどの点状きずを容易に検出することができ、検査実績も多いが、能率が低く、設備コストも高い。さらに、放射線を厳格に管理しなければならない等の安全性の問題もある。一方、超音波探傷は、割れきずや融合不良などの面状きずを検出するのに適した方法であり、検査能率、設備コスト、安全性の面からもX線検査より優れるため、両管端部の数 10 mm を除いて、溶接部全面の検査を担っている。

【0003】このため、「溶接鋼管の超音波探傷法（鉄鋼協会品質管理部会（NDI 部門）編）」（1999 年 2 月 22 日発行）の 5.2 UOE 鋼管 (pp.95~100) に記載されているように、サブマージドアーク溶接（SAW）鋼管では、超音波探傷を行った後、超音波できず有りと判定された部位および両管端部のみをX線検査している。この超音波探傷やX線検査にて有害きずが検出された場合には、溶接補修を行うか、切断することによりきず部を除去する。さらに、溶接補修した箇所が、補修後、X線検査あるいはさらに超音波探傷により再検査される。

【0004】一例として、SAW 鋼管の製造工程における超音波探傷方法の概略を以下に述べる。上記の「溶接鋼管の超音波探傷法」の 1.4 UOE 鋼管 (pp.5~8) にも記載されているように、超音波探傷検査された素材である鋼板をUプレスやOプレス等にて管状に成形する。次に、管の突き合せ部が、仮付溶接、内面溶接、外面溶接される。こうして製造された鋼管は、中間検査として溶接部の超音波検査、X線透過検査が実施される。その後、拡張して所定の外径に仕上げると共に、真円度、真直度を整え、水圧試験後、最終検査として、中間検査と同様に、溶接部の超音波検査、X線透過検査が実施される。また、各工程間の鋼管搬送方法には、チェーンコンベアによる直進送りやキッカーによる周方向送りが用いられる。

【0005】このような SAW 鋼管の溶接部検査に用いられる超音波探傷装置は、鋼管の軸方向に伸びたきず（以下、縦方向きずという）と鋼管の周方向に伸びたきず（以下、横方向きず）の各々について鋼管内面きず用と鋼管外面きず用の複数の斜角探触子（送受信探触子）を配置し、溶接部に発生する様々なきずを見逃すことなく検出できるように工夫されている（図 8 参照）。

【0006】また、オンライン探傷に関しては、特公昭 51-39555 号公報に記載されているように、鋼管の溶接部を常時監視し、該鋼管溶接部の真上からのずれ

50

3

を検出して、上記探触子群を常に溶接部から所定の位置に配置できるようにしながら、鋼管を直線搬送しつつ探傷する方法が採られている。ここで、溶接位置の検出方法は、接触式の検出針を溶接部の両側に接触させ、両者の変位量の差により、ずれ量を検出している。しかし、この方法では、鋼管が真円でなければ、正確な検出ができないという問題があり、最近では、渦流式もしくは光学式の溶接部検出器が用いられている。

【0007】このようなオンライン探傷の場合、きずの見逃しを避けるためには、鋼管長手方向の各位置で上記探触子群が送受信する超音波信号が溶接部全断面をカバーしている必要がある。超音波探触子で送受信される超音波信号は、探傷周波数、振動子径などによって規定される指向角で拡がりながら材料中を伝搬する。一般的なKフォーム配置における縦方向きず用の斜角探触子の場合を例示すると、図9(a)のようになる。ここで、鋼管溶接部の外面きずと内面きず狙いの2探触子では、溶接部中央部の超音波信号強度が弱くなり、きず検出能が低下する。この傾向は厚肉材ほど顕著になる。よって、特に厚肉材の時は、図9(b)に示すように、伝搬距離が長くなるに伴い超音波信号が拡散することを利用している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】前述のような従来の溶接鋼管の品質検査方法では、以下の課題がある。先ず第1に、特に中間での超音波探傷検査において、有害きずを確実に捕捉するために感度を高めに設定すると、溶接部の形状不良等による誤検出が多発する。このため、再探傷回数が増え、生産効率が低下する。逆に、感度を低めに設定すると、有害きずを確実に捕捉できず、最終検査で検出されれば良いが、最悪の場合、その製品が出荷されてしまい、溶接部の品質管理上、非常に大きな問題となる。

【0009】また、従来のきずの有無の判定方法の重大な欠点について述べる。探傷鋼管の溶接部は、鋼管の半径方向の切断面で見たとき、略一定の形状であるが、稀に著しく形状が崩れる場合がある。この形状不良の溶接部に超音波を入射すると、その形状にもよるが、図5(a)に示すように、あたかもその位置にきずが存在するかのようにエコーが反射する場合があります。この場合、きず有りとして誤検出してしまふ。従来の探傷方法では、複数の探触子の1つでも反射エコーがあった場合、きず有りと判定していたため、溶接形状不良を誤検出してしまふ頻度が非常に多い。

【0010】第2に、鋼管溶接部の外面きずと内面きず狙いの2探触子では、図9(a)に示すように、溶接部中央部の超音波ビーム強度が弱くなり、きず検出能が低下し、また、図9(b)に示すように、特に厚肉材において、伝搬距離が長くなるに伴い超音波信号が拡散することを利用する場合、伝搬距離が大となるのに比例して単

(3)

特開2003-322643

4

位面積当りの超音波信号強度は低下するため、きずからの反射エコー強度も低下し、最悪の場合、きずエコーがノイズ信号に埋没する危険がある。さらに、鋼管寸法が変更された時、探触子の数が多いため、また、セット位置を変える必要があるため、調整に時間がかかるという問題がある。

【0011】第3に、超音波探傷にてきず有りとして判定された時に、検査員が気づかず、再検査されずに出荷される可能性もある。

10 【0012】第4に、超音波探傷にてきず有りとして判定された箇所は、手動の超音波探傷にて再検査される。しかし、手動の探傷装置にて再度きずの位置を探しているのは、非常に作業効率が悪い。そのために、そのきず発生位置を正確に記録し、手動の超音波探傷装置の検査位置に合わせて停止させる必要がある。

20 【0013】第5に、きず有りとして判定された位置のマーキングについてである。従来は鋼管の溶接部周辺に部分的にマーキングしていた。しかし、超音波検査工程からX線検査工程へは鋼管を転がしながら搬送することから、X線検査工程に到着した時に、常に溶接部が上部になっているわけではなく、下部になってしまった時などは、マーキングを発見するのに多大な時間がかかってしまふ。

30 【0014】本発明は、前述のような課題を解決すべくなされたもので、その目的は、溶接鋼管溶接部の超音波探傷に際し、厚肉材を含めて、有害きずのみを確実に捕捉することができ、また、超音波探傷の再検査位置あるいはX線撮影時の撮影箇所を正確に迅速に特定でき、生産効率の向上、コストの低減等を図れ、さらに、従来よりも少ない数の超音波探触子で有害きずを溶接部全断面にわたって精度良く確実に検出することができ、設備コストも低減できると共に、鋼管寸法が変更された時の調整時間も短縮することができる溶接鋼管溶接部の品質検査方法を提供することにある。

【0015】

40 【課題を解決するための手段】本発明の請求項1は、溶接鋼管の溶接部を複数の超音波探触子で探傷し、溶接部の品質を検査する方法において、前記超音波探触子のうち2つ以上の超音波探触子で、溶接部に入射した超音波の反射信号を受信した時に、きず有りとして判定することを特徴とする溶接鋼管溶接部の品質検査方法である。

50 【0016】この請求項1は、超音波探触子の図1に示す配置あるいは図8に示す一般的なKフォーム配置やXフォーム配置などにより、溶接鋼管の軸方向に伸びた縦方向きず、溶接鋼管の周方向に伸びた横方向きず、あるいはピンホール等の球状きず等を探傷する場合であり、対向配置された超音波探触子、例えば、溶接部を挟んで鋼管周方向に一对の超音波探触子あるいは溶接部真上で鋼管軸方向に一对の超音波探触子が2つ同時に反射信号を受信した時に、きず有りとして判定するものである。対向

(4)

特開 2003-322643

5

配置される超音波探触子は、3つ以上の場合もあり、3つ以上で同時に受信した時にきず有りと判定する場合もある。

【0017】この請求項1によれば、図5(a)に示すように、1つの超音波探触子でのみ超音波信号を検出した場合は、溶接部の形状からの反射信号と判定し、図5(b)に示すように、2つ以上の超音波探触子で超音波信号を検出した時のみ、きず有りと判定することができ、溶接形状不良の誤検出を大幅に低減することができる。誤検出が低減されることにより、生産効率が向上し、コストの低減が図れ、また、有害きずが確実に捕捉されることにより、溶接部の品質を向上させることができる。

【0018】本発明の請求項2は、請求項1に記載の品質検査方法において、超音波探触子は、複数の異なる屈折角で探傷し得る超音波探触子を使用することを特徴とする溶接鋼管溶接部の品質検査方法である。

【0019】この請求項2は、通常型の超音波探触子の他に、複数の異なる屈折角で探傷し得る屈折角可変の超音波探触子を用いる場合である。この屈折角可変の超音波探触子は、例えば、複数の超音波振動子が凸曲面上に配列され、この超音波振動子群のうち、ある一定数の振動子群を同時に励起し、その振動子群で超音波ビームを送受信した後、この振動子群を所定の間隔で順次切り替えて走査することで、超音波ビームの入射角度を変えるように構成された配列型(振動子群)超音波探触子を用いることができる。また、これに限らず、例えば、超音波ビームの入射角度が異なる超音波振動子を通常のくさび上に複数個配列して構成することもできる。本発明では、通常型の超音波探触子のみを用いてもよいし、屈折角可変の超音波探触子のみを用いてもよいし、両者を組み合わせて用いてもよい。また、横方向きずの検出には、溶接部真上に配設した通常型の超音波探触子を用いることもできる。

【0020】この請求項2によれば、例えば配列型超音波探触子は、図3に示すように、設定した所定数の選択超音波振動子を順次切り替えることで、超音波ビームの屈折角度 $\theta$ を変えることができるため、被検査材溶接部の内面、外面、中央位置の縦方向きずや横方向きず等を1つの超音波探触子で確実に検出することが可能となる。また、通常型の超音波探触子を溶接部真上に配設した場合、図4に示すように、溶接部の真上から超音波ビームを溶接部長手方向に送受信することにより、被検査材溶接部の内面、外面、中央位置の横方向きずを1つの超音波探触子で確実に検出することが可能となる。従来は溶接部の両側に縦方向きず検出用と横方向きず検出用の超音波探触子を鋼管外面きず用と鋼管内面きず用に計8個必要となるのに対して、本発明の前記例では縦方向きず検出用と横方向きず検出用の計4個の超音波探触子でよく、超音波探触子の数を少なくすることができ、設備コストを低減し、セッティング時間を短縮することが

6

できる。さらに、超音波探触子の数が少ないため、また、屈折角可変の超音波探触子の場合、任意の屈折角度の超音波ビームを容易に得ることができるため、鋼管寸法が変更されても極めて短時間に容易に対応することができる。

【0021】また、配列型超音波探触子に、略扇形くさびの凸曲面上に配列した超音波振動子群のうちのある一定数の振動子群を順次選択的に動作させる超音波探触子を用いることにより、任意の屈折角度の超音波ビームを容易に得ることができ、溶接部全断面のきずを精度良く確実に検出することができる。また、略扇形くさびを用いることで、超音波通過部の面積を小さくすることができ、探傷面の曲面形状による感度低下を小さくすることができ、また局部水浸ホルダ寸法を小さくすることができる。

【0022】また、超音波探触子を溶接部を挟んで2個以上配置すれば、また、溶接部直上に2個以上配置すれば、溶接部全断面のきずをより確実に検出することができる。

【0023】さらに、溶接部を挟んで直角方向の左右一対の超音波探触子を溶接部長手方向にずらして配設し、好ましくは該超音波探触子の寸法以上ずらして配設することにより、同時に超音波を送信しても干渉することがなく、1個当たりの超音波の送信繰り返し速度を上げることができ、高速で搬送される溶接鋼管でも、溶接部全断面の縦方向きずを確実に検出することが可能となる。

【0024】本発明の請求項3は、溶接鋼管の溶接部を複数の超音波探触子で探傷し、溶接部の品質を検査する方法において、複数の異なる屈折角で探傷し得る超音波探触子を使用し、2つ以上の屈折角で入射した超音波の反射信号を受信した時に、きず有りと判定することを特徴とする溶接鋼管溶接部の品質検査方法である。

【0025】この請求項3は、複数の異なる屈折角で探傷し得る屈折角可変の超音波探触子を用いる場合であり、屈折角を変えて探傷を行い、2つ以上の屈折角で超音波の反射信号を検出した時、きず有りと判定する。この請求項3によれば、一つの超音波探触子で、溶接形状不良を誤検出することなく、有害きずを検出することができる。

【0026】本発明の請求項4は、溶接鋼管の溶接部を複数の超音波探触子で探傷し、溶接部の品質を検査する方法において、超音波探触子から超音波を送受信する方向は、溶接鋼管長手方向に対して直角方向、溶接鋼管長手方向に対して所定の角度をもった方向、溶接部の真上における溶接鋼管長手方向に沿う方向のうちの少なくとも2方向であり、この各方向において2つ以上の超音波探触子で超音波の反射信号を受信した時に、きず有りと判定することを特徴とする溶接鋼管溶接部の品質検査方法である。

【0027】この請求項4は、超音波探触子の図1に示

50

(5)

特開2003-322643

7

す配置あるいは図8に示す一般的なKフォーム配置やXフォーム配置などのように、少なくとも2方向から超音波を送受信することで、縦方向きず、横方向きず、ピンホール等の球状きずの全てを検出できるようにした場合である。各方向において、一対の超音波探触子が2つ同時に反射信号を受信した時に、きず有りと判定する。この請求項4によれば、溶接部の縦方向きず、横方向きず、ピンホール等の球状きずの全てを誤検出すること無く確実に検出することができる。

【0028】本発明の請求項5は、溶接鋼管の溶接部を複数の超音波探触子で探傷し、溶接部の品質を検査する方法において、各超音波探触子で信号を検知した時、警報により検査員にきずが検出されたことを教示し、その検出位置を再探傷位置で停止させ、再検査によりきずを確認することを特徴とする溶接鋼管溶接部の品質検査方法である。

【0029】この請求項5は、各超音波探触子で信号を検知すると、図6(a)に示すように、警報（ブザーやランプ等）で検査員に知らせ、検査員が鋼管搬送操作部を操作して、その検出位置を再探傷位置で停止させ、手動探傷装置等により再検査する場合である。この請求項4によれば、きず有りと判定された時に検査員が気づかず、再検査されずに出荷されるという事態を無くすることができる。

【0030】本発明の請求項6は、溶接鋼管の溶接部を複数の超音波探触子で探傷し、溶接部の品質を検査する方法において、各超音波探触子で信号を検知した結果をレコーダチャートに出力させることで、検査員にきずが検出されたことを教示し、その検出位置を再探傷位置で停止させ、再検査によりきずを確認することを特徴とする溶接鋼管溶接部の品質検査方法である。

【0031】この請求項6は、検出位置と再探傷位置の間で検出結果をレコーダチャートに出力させることで、2つ以上の超音波探触子で信号を検出したかどうかを確認できるようにし、さらに、きず発生位置を正確に把握し、検査員が再探傷位置で正確に停止させることができるようにした場合である。この請求項6によれば、再探傷位置を探すという手間が省け、作業効率を向上させることができる。

【0032】なお、本発明では、上記の請求項5または6に限らず、2つ以上の超音波探触子で信号を検出すると、きず有りと自動的に判定し、その検出位置をトラッキングして再探傷位置で自動停止させることもできる。

【0033】本発明の請求項7は、溶接鋼管の溶接部を複数の超音波探触子で探傷し、溶接部の品質を検査する方法において、溶接部のきずを検知した時、きず検出位置にマーキングを施し、このマーキング位置を再検査することを特徴とする溶接鋼管溶接部の品質検査方法である。

【0034】この請求項7は、例えば、前記の再探傷位

8

置で溶接部内の位置に所定レベル以上の信号が検出された時に、マーキングを施してX線撮影する場合である。この請求項7によれば、マーキングを施すことで、X線撮影箇所等の再検査箇所を容易に迅速に発見することができる。

【0035】本発明の請求項8は、請求項7に記載の品質検査方法において、鋼管周方向に溶接部を跨いで線状にマーキングすることを特徴とする溶接鋼管溶接部の品質検査方法である。

【0036】この請求項8では、溶接部を跨いで線状に1/4円以上マーキングするのが好ましい。この請求項8によれば、超音波検査工程からX線検査工程へ鋼管が転がりながら搬送された場合でも、溶接部を跨いで十分に長くマーキングすることにより、どの方向から見ても、X線撮影箇所等の再検査箇所を容易に特定することができる。作業効率を向上させることができる。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図示する一実施形態に基づいて詳細に説明する。この実施形態は、UOE鋼管などのストレートシーム大径溶接鋼管の溶接部の超音波探傷に本発明を適用した例である。図1、図2は、本発明で使用する超音波探傷装置の1例を示したものである。図3は、本発明で使用する縦方向きず検出用の超音波探触子の1例を示したものであり、図4は、本発明で使用する横方向きず検出用の超音波探触子の1例を示したものである。

【0038】図1、図2の実施形態において、超音波探傷装置は、主として、溶接鋼管1の溶接部2の側方における鋼管外面上に設置され、溶接部2の長手方向Lの直角方向Cに超音波を送受信して溶接部2の縦方向きずを検出する配列型（振動子群）超音波探触子（送受信タイプの斜角探触子）3と、溶接部2の直上に設置され、溶接部2の長手方向Lに超音波を送受信して溶接部2の横方向きずを検出する通常型超音波探触子（送受信タイプの斜角探触子）4から構成されている。

【0039】溶接鋼管1は、内面溶接・外面溶接等が終了すると、ローラ等により直線搬送される。このような搬送ライン上に門型架台5、6を搬送方向に所定の間隔をおいて設置し、門型架台5の上部梁に配列型超音波探触子3を溶接部2を挟んで対向するように取付け、門型架台6の上部梁に通常型超音波探触子4を溶接部2の長手方向に間隔をおいて対向するように取付ける。

【0040】縦方向きず（縦割れ）検出用の配列型超音波探触子3は、図3に示すように、側面視で半円状等の略扇形のくさび10と、この扇形くさび10の円弧上面に配列された多数の超音波振動子12からなる超音波振動子群11とから構成され、各超音波振動子12から超音波が発信され、扇形くさび10を介して被検査材に超音波が入射され、反射波が受信される。超音波振動子12は、溶接部長手方向に長い棒状の振動子であり、ニオ

50



ブ酸鉛系磁器、チタン酸鉛系磁器、ニオブ酸リチウム系磁器等の圧電振動子が用いられる。扇形くさび10は溶接部長手方向に長い略1/4円断面の円筒であり、アクリル樹脂、ポリスチロール樹脂等が用いられる。

【0041】このような配列型超音波探触子3において、 $n$ 個の超音波振動子群11のうち、例えばある一定数( $k$ 個)の超音波振動子群を同時に励振し、その振動子群で超音波を送受信した後、この振動子群を所定の間隔で順次切り替えて走査することで、指向性超音波ビームの屈折角度(入射角度) $\theta$ を任意に変えることができる。これにより、被検査材の溶接部2の内面、外面、中央位置に発生する縦方向きず8を1つの探触子で検出することが可能となる。また、扇形くさび10を用いることにより超音波通過部の面積を小さくすることができ、探傷面の曲面形状による感度低下が小さくなり、また局部水浸ホルダ寸法を小さくすることができる。

【0042】この配列型超音波探触子3は、図1に示すように、従来と同様に、溶接部2を挟んで左右一対で配設することにより、より確実な探傷を行えるようにしている。この場合、左右一対の配列型超音波探触子3A、3Bは、図2に示すように、溶接部2の長手方向に超音波振動子12の寸法以上ずらして配置し、同時に超音波を送信しても干渉しないようにしている。

【0043】横方向きず(横割れ)検出用の通常型超音波探触子4は、図4に示すように、略直方体形状のくさび20と円形の超音波振動子21からなる一般に使用されている探触子であり、超音波振動子21から発信された超音波がくさび20を介して被検査材に入射され、反射波が受信される。この通常型超音波探触子4も、配列型と同様に、超音波振動子21には、ニオブ酸鉛系磁器、チタン酸鉛系磁器、ニオブ酸リチウム系磁器等の圧電振動子が用いられ、くさび20には、アクリル樹脂、ポリスチロール樹脂等が用いられる。

【0044】このような通常型超音波探触子4を用いて溶接部2の直上から超音波を入射することにより、被検査材の溶接部2の内面、外面、中央位置に発生する横方向きず9を1つの探触子で検出することが可能となる。なお、この場合も、溶接部2の長手方向に2個対向設置し、より確実な探傷を行えるようにしている。

【0045】図2に示すように、縦方向きず検出用の配列型超音波探触子3の各超音波振動子12には、パルサーレーシーバ群30の各パルサーレーシーバ31がそれぞれ接続され、このパルサーレーシーバ群30に加算器32、増幅器33、きず評価器34が順に接続されている。

【0046】図示しない屈折角度制御器により予め設定された所定数( $k$ 個)の超音波振動子12を1つのグループとする超音波振動子群を選択し、これらに対応するパルサーレーシーバ31により送信電圧を印加することで、扇形くさび10を介して被検査材に超音波信号が送

信される。

【0047】一方、きずエコー等の受信は次のような手順で行われる。それぞれの超音波振動子12に受信された信号は、パルサーレーシーバ群30に入力された後、加算器32で加算される。次に、増幅器33で所定の増幅後、きず評価器34において予め決めておいた閾値と比較することで、きずの有無を評価する。

【0048】超音波信号形成に寄与する選択超音波振動子群( $k$ 個)を所定間隔で順次切り替え走査することで、超音波信号を偏向させ、溶接部2の全断面が探傷可能となる。図3に示す例では、鋼管内面側(探触子設置側)を1.0スキップで探傷している様子と、鋼管外面側(探触子設置側)を1.0スキップで探傷している様子を示しているが、必要に応じて鋼管肉厚方向に多段に照射位置(屈折角度 $\theta$ )を変えて溶接部全断面を探傷することも可能である。例えば、内外面狙いに肉厚中央部(0.75スキップ狙い)を追加する。

【0049】横方向きず検出用の通常型超音波探触子4は、パルサーレーシーバと振動子により超音波を送受信し、図2に示すように、増幅器41で所定の増幅後、きず評価器42において予め決めておいた閾値と比較することで、きずの有無を評価する。

【0050】以上のような構成の超音波探傷装置において、本発明においては、例えば図5に示すように、1つの配列型超音波探触子3Bでのみ超音波信号を検出した場合は、溶接部2の形状からの反射信号と判定し(図5(a)、図6(b))、2つの超音波探触子3Aと3Bで検出した時のみ、きず有り(縦方向きず有り)と判定する(図5(b)、図6(b))。図6に示すように、通常型超音波探触子4の場合も同様であり、両方の超音波探触子4Aと4Bで検出した時のみ、きず有り(横方向きず有り)と判定する。また、ピンホール等の球状のきずも、図6に示すように、2つの超音波探触子3Aと3Bが検出した時、あるいは、2つの超音波探触子4Aと4Bが検出した時、きず有り(球状きず有り)と判定すればよい。これにより、溶接部2の形状不良による誤検出を大幅に減少させることが可能となる。

【0051】なお、以上は、探触子から超音波を送受信する方向が、溶接鋼管長手方向に対して直角方向と、溶接部直上から溶接鋼管長手方向の場合を例示したが、溶接鋼管長手方向に対して所定の角度を持った方向でもよい。これら3方向のうち少なくとも2方向から探傷できるように超音波探触子を配置することで(図1に示す配置、図8に示す一般的なKフォーム配置やXフォーム配置など)、縦方向きず、横方向きず、球状きずの全てを誤検出なく確実に検出することができる。また、3方向の超音波探触子は、配列型超音波探触子3でも、通常型超音波探触子4でもよい。屈折角可変の超音波探触子は、配列型超音波探触子に限らず、複数の異なる屈折角で探傷し得るものであればよい。なお、平面視における

11

溶接線に対する入射角度は、どのような組み合わせでもよいが、 $45 \sim 90^\circ$ 、好ましくは $60 \sim 90^\circ$ が好ましい。

【0052】なお、配列型超音波探触子3を使用した場合、2つ以上の屈折角で入射した超音波の反射信号を受信した時に、きず有り判定することもできる。屈折角を変えて探傷を行い、2つ以上の屈折角で超音波の反射信号を検出した時、きず有り判定することにより、一つの超音波探触子で、溶接形状不良を誤検出することなく、有害きずを検出することができる。

【0053】次に、本発明では、図2に示すように、警報出力部50、レコーダ出力部51、鋼管搬送操作部52、鋼管速度計測部53を具備している。各超音波探触子3A、3B、4A、4Bで信号が検出されると、図6に示すように、警報出力部50の各超音波探触子に対応した位置の警報出力点（ランプやブザー等）50aがリアルタイムに警報を出力する。これにより、検査員が別の作業を平行実施していた場合でも、きずの発生を見逃して次工程に溶接鋼管を搬送してしまうという重大なミスを防ぐことができる。

【0054】続いて、図6(a)に示すレコーダ出力部51のレコーダチャート開始基準点51aでレコーダ出力し、図6(b)に示すレコーダチャートで、2つ以上の超音波探触子できず信号を検出したことを確認する。さらに、図6(a)の再探傷位置54で鋼管搬送操作部52により溶接鋼管を停止させ、この再探傷位置54において手動超音波探傷装置等により再検査を実施し、きずを確認する。検査員が警報を受けてレコーダ出力し、検査員がレコーダチャートを見て溶接鋼管を停止させてもよいし、鋼管速度計測部53で溶接鋼管の搬送速度を計測し、きず位置をトラッキングし、自動的にレコーダ出力と溶接鋼管の停止を行ってもよい。

【0055】次に、前述の手動超音波探傷で、溶接部内の位置に所定のレベル以上の信号が検出される時、X線\*

(7)

特開2003-322643

12

\*撮影用と判定されるが、この時のマーキングを溶接部を跨いでマーキングすることにより、溶接鋼管をどちら側から見ても容易にX線撮影箇所を発見することができる。そのマーキング60の1例を図7に示す。溶接部2を跨いで線状に少なくとも $1/4$ 円以上マーキングすれば、溶接鋼管が超音波探傷工程からX線検査工程へ転がりながら搬送されても、溶接鋼管のどの方向からもX線撮影箇所を容易に特定できる。

【0056】

10 【実施例】以下に示す超音波探触子（図3、図4）と超音波探傷装置（図2）を用いた。縦方向きず検出用の配列型超音波探触子は、アクリル樹脂製の扇形くさび（円筒の $1/4$ 、曲率 $50\text{mm} \times$ 幅 $15\text{mm}$ ）の凸曲面上に超音波振動子（長さ $1\text{mm} \times$ 幅 $10\text{mm}$ ）を32個配設し、頂点側が第1CH、 $90^\circ$ 度側が第32CHである。各々の超音波振動子にパルスレーザ群が接続されている。屈折角度制御器により予め設定された所定数の振動子を1つのグループとする振動子群（16個）を選択し、パルス群により送信電圧を印加することで、扇形くさびを介して材料中に超音波ビームを送信する。横

20 方向きず検出用の通常形超音波探触子は、直径 $10\text{mm}$ の超音波振動子を用いた。パルスレーザ群より超音波ビームを送信し、所定の増幅後にきず評価器で予め決めておいた閾値と比較することで信号の有無を評価した。

【0057】上記の超音波探傷装置により、本発明によるきずの判定と再検査を実施したところ、表1の結果が得られた。この表1から明らかなように、本発明は、従来方法に比べて、過検出率が低減でき、X線撮影箇所発見時間及び寸法変更調整時間を低減でき、設備コストを低減できる。本発明は、溶接鋼管溶接部の品質検査方法として、非常に有益な方法であることがわかる。

【0058】

【表1】

本発明と従来法の効果比較

項目	本発明	従来法
過検出率	15%程度	30%程度
X線撮影箇所発見時間	従来比 2/3	-
寸法変更調整時間	従来比 1/4	-
設備コスト	従来比 1/2	-

【0059】なお、以上はストレートシーム大径溶接鋼管について説明したが、これに限らず、その他の溶接鋼管の溶接部の探傷にも本発明を適用できることはいうまでもない。

【0060】

【発明の効果】(1) 複数の超音波探触子のうち1つの超音波探触子でのみ超音波信号を検出した場合は、溶接部の形状からの反射信号と判定し、2つ以上の超音波探触子で超音波信号を検出した時のみ、きず有り判定するため、溶接形状不良の誤検出を大幅に低減することがで

きる。誤検出が低減されることにより、生産効率が向上し、コストの低減が図れ、また、有害きずが確実に捕捉されることにより、溶接部の品質を向上させることができる。

【0061】(2) 配列型等の屈折角可変の超音波探触子を用いれば、溶接部の内面、外面、中央位置の縦方向きずや横方向きず等を1つの超音波探触子で確実に検出することができ、また、溶接部の真上に配置した通常型の超音波探触子を用いれば、溶接部の内面、外面、中央位置の横方向きずを1つの超音波探触子で確実に検出する

50

13

ことができ、超音波探触子の数を従来よりも少なくすることができる。これにより、設備コストを削減することができ、またセッティング時間を短縮することができる。さらに、超音波探触子の数が少ないため、また、屈折角可変の超音波探触子では、任意の屈折角度の超音波ビームを容易に得ることができるため、鋼管寸法が変更されても極めて短時間に容易に対応することができ、探傷作業を迅速に行うことができる。

【0062】(3) 扇形くさびの凸曲面上に配列した超音波振動子群のうちのある一定数の振動子群を順次選択的に動作させる配列型超音波探触子を用いることにより、任意の屈折角度の超音波ビームを容易に得ることができる。溶接部全断面のきずを精度良く確実に検出することができる。

【0063】(4) 配列型超音波探触子に扇形くさびを用いることで、超音波通過部の面積を小さくすることができ、探傷面の曲面形状による感度低下を小さくすることができ、また局部水浸ホルダ寸法を小さくすることができる。

【0064】(5) 縦方向きず検出用の配列型超音波探触子および横方向きず検出用の超音波探触子を2個以上配置することにより、溶接部全断面のきずをより確実に検出することができる。

【0065】(6) 溶接部を挟んで直角方向の左右一対の超音波探触子を溶接部長手方向にずらして配設し、好ましくは該超音波探触子の寸法以上ずらして配設することにより、同時に超音波を送信しても干渉することがなく、1個当りの超音波の送信繰り返し速度を上げることができ、高速で搬送される溶接鋼管でも、溶接部全断面の縦方向きずを確実に検出することが可能となる。

【0066】(7) 複数の異なる屈折角で探傷し得る屈折角可変の超音波探触子を用い、屈折角を変えて探傷を行い、2つ以上の屈折角で超音波の反射信号を検出した時、きず有りと判定することにより、一つの超音波探触子で、溶接形状不良を誤検出することなく、有害きずを検出することができる。

【0067】(8) 超音波探触子から超音波を送受信する方向を、溶接鋼管長手方向に対して直角方向、溶接鋼管長手方向に対して所定の角度をもった方向、溶接部の真上における溶接鋼管長手方向に沿う方向のうちの少なくとも2方向とすることにより、縦方向きず、横方向きず、ピンホール等の球状きずの全てを誤検出することなく確実に検出することができる。

【0068】(9) 各超音波探触子で信号を検知した時、警報により検査員にきずが検出されたことを教示し、その検出位置を再探傷位置で停止させ、再検査によりきずを確認することにより、きず有りと判定された時に検査員が気づかず、再検査されずに出荷されるという事態を無くすことができる。

【0069】(10) 各超音波探触子で信号を検知した結果

(8)

特開2003-322643

14

をレコーダチャートに出力させることで、検査員にきずが検出されたことを教示し、その検出位置を再探傷位置で停止させ、再検査によりきずを確認することにより、再探傷位置を探すという手間が省け、作業効率を向上させることができる。

【0070】(11) 溶接部のきずを検知した時、きず検出位置にマーキングを施し、このマーキング位置を再検査することにより、X線撮影箇所等の再検査箇所を容易に迅速に見見することができる。

【0071】(12) 鋼管周方向に溶接部を跨いで線状にマーキングすることにより、超音波検査工程からX線検査工程へ鋼管が転がりながら搬送された場合でも、どの方向から見ても、X線撮影箇所等の再検査箇所を容易に特定することができ、作業効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明で用いる超音波探傷装置の一実施形態であり、装置全体の斜視図である。

【図2】本発明で用いる超音波探傷装置の超音波探触子の配置と装置構成の一例を示す平面図である。

【図3】本発明で用いる縦方向きず用の配列型超音波探触子を示す斜視図である。

【図4】本発明で用いる横方向きず用の通常型超音波探触子であり、(a)は平面図、(b)は鉛直断面図である。

【図5】本発明によるきず判定方法を示す断面図であり、(a)は溶接部の形状不良を検出した場合、(b)は正常な欠陥検知の場合である。

【図6】本発明による品質管理方法を示したものであり、(a)は設備レイアウトの概略平面図、(b)はレコーダ出力結果を示すグラフである。

【図7】本発明における溶接鋼管のマーキングの一例を示す斜視図である。

【図8】一般的な探触子配置を示す平面図である。

【図9】(a) 縦方向きず検出用の探触子の配置とその超音波ビームの伝搬挙動を示す断面図、(b)はスキップを変えた縦方向きず検出用の探触子の配置とその超音波ビームの伝搬挙動を示す断面図である。

【符号の説明】

- 1…溶接鋼管
- 2…溶接部
- 3…配列型(振動子群)超音波探触子
- 4…通常型超音波探触子
- 5, 6…門型架台
- 8…縦方向きず
- 9…横方向きず
- 10…扇形くさび
- 11…超音波振動子群
- 12…超音波振動子
- 20…くさび
- 21…超音波振動子

40

30

50

(9)

特開2003-322643

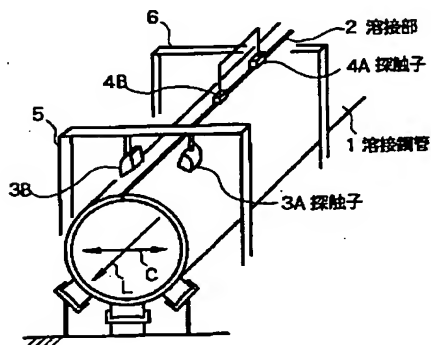
16

15

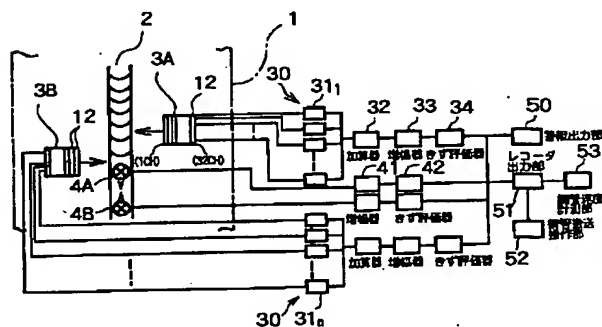
3 0 … バルサーレシーバ群  
3 1 … バルサーレシーバ  
3 2 … 加算器  
3 3 … 増幅器  
3 4 … きず評価器  
4 1 … 増幅器

\* 4 2…きず評価器  
5 0…警報出力部  
5 1…レコーダ出力部  
5 2…鋼管搬送計測部  
5 3…鋼管速度計測部  
6 0…マーキング

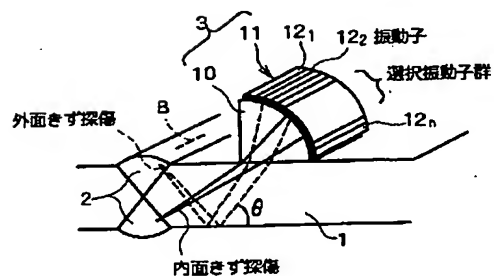
【图 1】



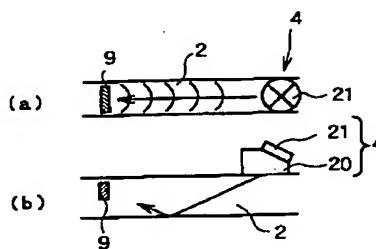
【圖2】



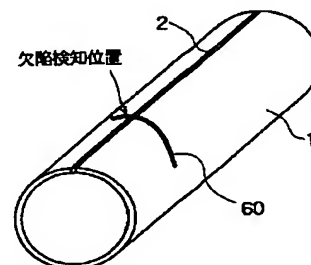
【図 3】



【図4】



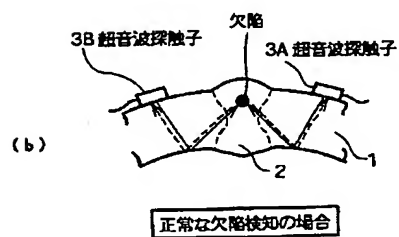
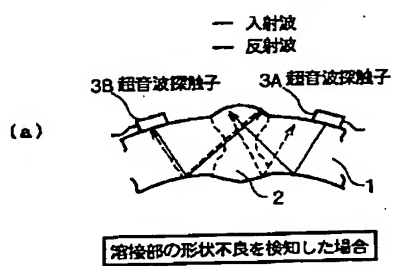
【図7】



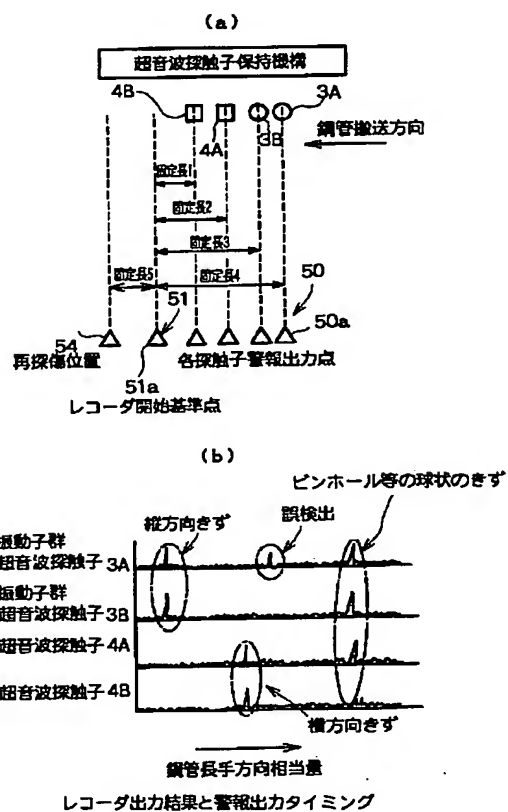
(10)

特開 2003-322643

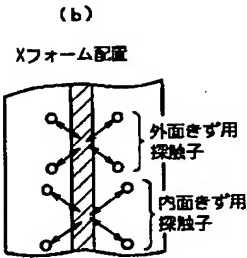
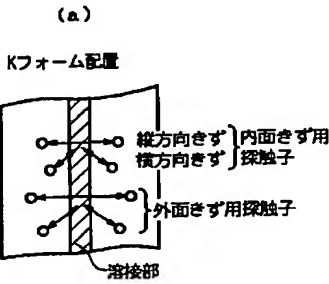
【図 5】



【図 6】

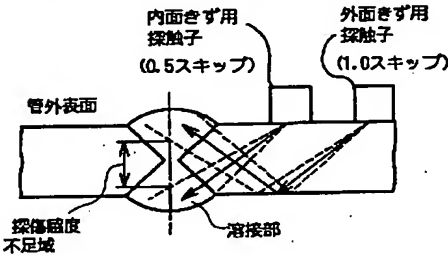


【図8】



【図9】

(a) 縦方向きず用探触子の配置  
及び超音波ビームの伝搬挙動 その1



(b) 縦方向きず用探触子の配置  
及び超音波ビームの伝搬挙動 その2

